

# ТОНКИЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ PVD И CVD ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

**Пельц А.А.**

Руководитель – д.т.н. Кузнецов В.П.  
УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

*Износостойкое покрытие(ИП)* - слой материала (как правило, химического соединения тугоплавких металлов) на поверхности инструментальной основы, который отличается по своим кристаллохимическим, физико-механическим и теплофизическим свойствам от соответствующих свойств основы. Назначение ИП - повышение периода стойкости режущего инструмента (РИ) путем увеличения микротвердости, коррозионной стойкости и термодинамической устойчивости поверхностного слоя, а также снижения фрикционного взаимодействия РИ и обрабатываемого материала.

В работе рассмотрены наиболее перспективные методы получения покрытий: химического осаждения покрытий (ХОП – CVD) и физического осаждения покрытий (ФОП – PVD). Методы ХОП используются для нанесения покрытий на основе карбидов, нитридов и карбонитридов титана, а также оксида алюминия на многогранные неперетачиваемые твердосплавные пластины и цельные твердосплавные инструменты. В основе методов ХОП лежат гетерогенные химические реакции в парогазовой среде, окружающей РИ, в результате которых образуется покрытие, конденсирующееся на поверхности РИ.

Процессы ФОП обычно включают вакуумное испарение тугоплавкого металла-образователя соединения покрытия, его частичную или полную ионизацию, подачу реакционного газа, химические и плазмохимические реакции, конденсацию покрытия на рабочих поверхностях РИ. Все процессы испарения, образования соединений, ионной бомбардировки и конденсации ИП происходят в вакуумной камере, металлический корпус которой служит анодом. Катод изготавливают из тугоплавкого материала, подлежащего испарению.

*Цель настоящей работы* — исследование структуры и состава многослойных покрытий, нанесенных методами PVD и CVD на инструмент из твердого сплава марки ТК.

Износостойкие комбинированные покрытия CVD наносили на установке Вегпех ВРХ 530рго при температуре процесса 1100<sup>0</sup>С.

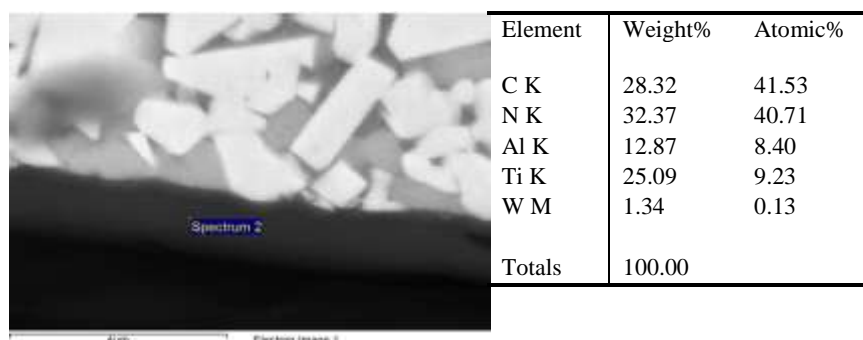
Износостойкие комбинированные покрытия PVD наносили на установке PLATIT π300 при температуре процесса 500<sup>0</sup>С, при этом в ходе процесса в вакуумное пространство камеры подавался азот для протекания плазмохимической реакции.

Исследование структуры, фазового и химического состава защитных покрытий и сплава проводили с использованием растрового микроскопа JEOL JSM 6490 с приставкой Oxford Instruments, дифрактометра “Brukkers D8 Advance”.

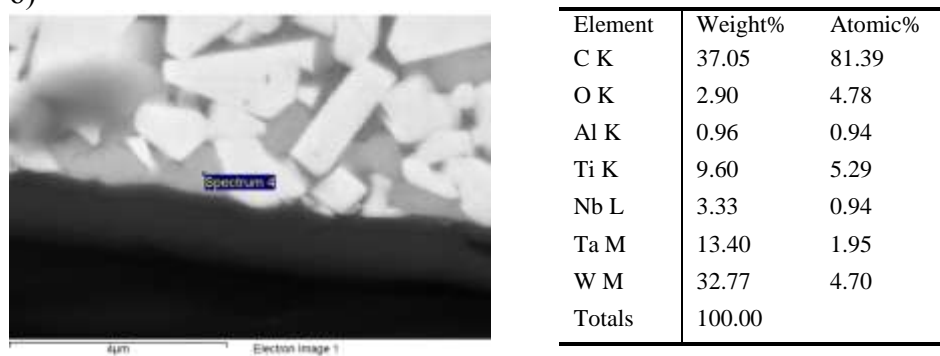
На рисунке 1 показаны микроструктура и химический состав PVD – покрытия, нанесенного на поверхность инструмента. Видно, что получено многослойное покрытие толщиной ~1.2 мкм, которое имеет переменный химический состав по толщине покрытия. При нанесении наблюдается диффузия C и W из матрицы на основе сложных карбидов W, Ta, Nb, Ni. В поверхностном слое покрытия W отсутствует и он представляет собой соединение TiAlCN (карбонитрид алюминия и титана).

Рентгеноструктурный анализ показал, что в покрытии PVD после нанесения присутствуют следующие фазы: AlN-кубическая,  $a=4,12\text{\AA}$ ; (TiN)<sub>0.88</sub>-кубическая,  $a=4,22\text{\AA}$ . Сплав-матрица после нанесения PVD имеет следующий фазовый состав: TaN-кубическая,  $a=4,358\text{\AA}$ ; Co<sub>0.87</sub>Al<sub>0.13</sub>-кубическая,  $a=3,568\text{\AA}$ , Co<sub>0.87</sub>W<sub>0.13</sub>-кубическая,  $a=3,586$ ; WC-гексагональная.

а)



б)



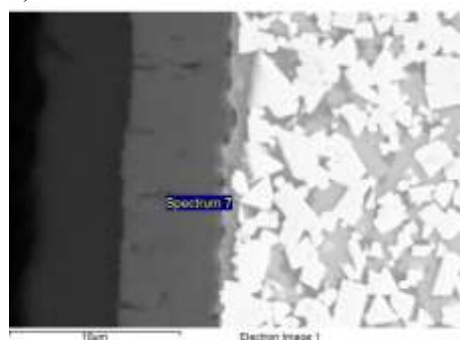
а – покрытие; б – матрица.

Рисунок 1. Микроструктура и химический состав PVD-покрытия на режущем инструменте.

Микроструктура и химический состав CVD-покрытия приведены на рисунке 2. Полученное покрытие толщиной 10-12мкм состоит в основном из двух характерных слоёв: внутреннего из TiCN и внешнего Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В слое из TiCN наблюдается диффузия W и Co из карбидов матрицы в процессе формирования покрытия при высокой температуре. В слоях прилегающих к оксиду Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> образуются участки карбонитрида титана и алюминия (TiAlCN). По данным рентгеноструктурного анализа основными фазами на поверхности CVD-покрытия является Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ромбоэдрическая) и Ti<sub>2</sub>CN (кубическая,  $a=4,286\text{\AA}$ ), присутствуют следы AlN ( $a=4,365\text{\AA}$ ), что совпадает с данными

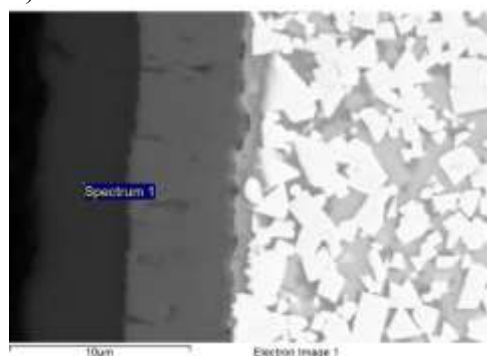
микрорентгеноспектрального анализа. Основные фазы матрицы, на котором сформировано покрытие - карбиды WC и TiC сложного химического состава.

а)



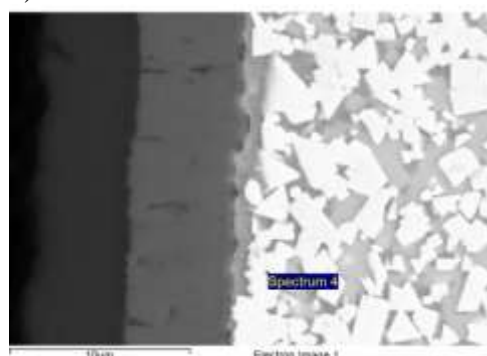
Element	Weight%	Atomic%
C K	26.69	52.72
N K	9.15	15.50
Ti K	64.16	31.78
Totals	100.00	

б)



Element	Weight%	Atomic%
O K	50.94	63.65
Al K	49.06	36.35
Totals	100.00	

в)



Element	Weight%	Atomic%
C K	24.76	82.75
Ti K	0.33	0.28
Co K	1.34	0.91
W M	73.57	16.06
Totals	100.00	

а – карбонитрида титана; б – слой оксида  $Al_2O_3$ ; в – карбиды (W, Co, Ti)C в матрице;

Рисунок 2. Микроструктура и химический состав CVD-покрытия на режущем инструменте.

**Выводы:** Использование многослойных износостойких CVD покрытий позволяет повысить стойкость твердосплавных пластин в 3 - 10 в зависимости от области применения. Отличительной особенностью многослойных износостойких PVD покрытий является возможность варьирования параметров процесса нанесения и очередности слоев многокомпонентного или однокомпонентного износостойкого покрытия твердосплавного инструмента, что позволяет получить высокие эксплуатационные характеристики, снизить склонность к трещинообразованию и продлить ресурс эксплуатации РИ.